



Proteksi bangunan terhadap petir – Bagian 1: Prinsip umum



© BSN 2004

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
Pendahuluan	1
1 Umum	1
1.1 Ruang lingkup dan tujuan	1
1.2 Istilah dan definisi	1
1.3 Bangunan beton bertulang	5
2 SPP eksternal.....	5
2.1 Sistem terminasi udara	5
2.2 Sistem konduktor penyalur	7
2.3 Sistem terminasi bumi	9
2.4 Klem dan sambungan.....	11
2.5 Bahan dan dimensi	11
3 SPP internal.....	12
3.1 Ikatan penyama potensial (IPP).....	12
3.2 Kedekatan Instalasi ke SPP	14
3.3 Pelindung keselamatan terhadap bahaya kehidupan.....	14
4 Perancangan, pemeliharaan dan inspeksi.....	14
4.1 Perancangan	14
4.2 Pemeliharaan dan inspeksi.....	15
5 Daftar istilah.....	21

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) “Proteksi bangunan terhadap petir – Bagian 1: Prinsip umum”, diadopsi dari standar International Electrotechnical Commission (IEC) 61024-1 (1990-03) dengan judul “*Protection of structure against lightning, Part 1: General principles*”.

SNI ini dirumuskan oleh Panitia Teknik Koordinasi Isolasi (PTKI), standar ini telah melalui proses/prosedur perumusan standar dan terakhir dibahas dalam Konsensus XXII pada tanggal 11 sampai dengan 13 Nopember 2003 di Jakarta untuk mencapai mufakat.



Proteksi bangunan terhadap petir – Bagian 1: Prinsip umum

Pendahuluan

Perlu dicatat, bahwa sistem proteksi petir tidak dapat mencegah pembentukan petir.

Suatu sistem proteksi petir yang dirancang dan dipasang sesuai dengan standar ini, tidak dapat menjamin sepenuhnya proteksi pada bangunan, orang atau benda; namun penerapan standar ini akan secara signifikan mengurangi risiko kerusakan yang disebabkan oleh petir pada bangunan yang diproteksinya.

Jenis dan lokasi sistem proteksi petir sebaiknya dipertimbangkan secara hati-hati pada tahap perancangan bangunan yang baru, sehingga dapat memanfaatkan keuntungan maksimum adanya bagian konduktif listrik pada bangunan. Dengan demikian perancangan dan konstruksi dari sebuah instalasi yang terpadu akan dibuat lebih mudah, aspek estetika secara menyeluruh dapat diperbaiki dan keefektifan sistem proteksi petir dapat ditingkatkan dengan biaya dan kesulitan yang minimum.

Akses ke bumi dan pemanfaatan rangka besi pondasi dengan benar untuk membentuk terminasi bumi yang efektif tidak mungkin dilaksanakan dengan baik bila pekerjaan konstruksi di lapangan telah diselesaikan. Oleh karena itu, resistivitas tanah dan sifat alami bumi sebaiknya dipertimbangkan sedini mungkin pada tahap awal proyek. Informasi ini merupakan dasar perancangan sistem terminasi bumi yang dapat mempengaruhi kerja perancangan pondasi oleh arsitek.

Untuk menghindari pekerjaan yang tidak perlu, konsultasi yang teratur antara perancang sistem proteksi petir dengan arsitek dan pembangun gedung merupakan syarat penting.

Standar ini menguraikan tentang pemasangan Sistem Proteksi Petir (SPP) untuk bangunan biasa.

Standar yang akan datang akan dilengkapi dengan informasi tambahan tentang proteksi petir untuk bangunan khusus seperti:

- bangunan yang tinggi;
- bangunan dengan risiko panik;
- bangunan dengan risiko kebakaran atau ledakan.

Standar lainnya akan mencakup aspek khusus berkaitan dengan proteksi perlengkapan listrik dan elektronik terhadap interferens petir.

Lebih lanjut, pedoman penerapan akan menuntun pengguna tentang asesmen risiko, tentang pemilihan tingkat proteksi yang memadai dan tentang konstruksi SPP.

Perancangan, instalasi dan bahan SPP sebaiknya sepenuhnya memenuhi ketentuan standar ini.

1 Umum

1.1 Ruang lingkup dan tujuan

1.1.1 Ruang lingkup

Standar ini dapat diterapkan pada perancangan dan pemasangan SPP untuk bangunan biasa dengan tinggi sampai dengan 60 meter.

Hal berikut tidak termasuk ruang lingkup standar ini:

- a) sistem perkeretaapian;
- b) sistem transmisi, distribusi dan pembangkitan tenaga listrik di luar bangunan;
- c) sistem telekomunikasi di luar bangunan;
- d) instalasi kendaraan, kapal laut, pesawat udara, lepas pantai.

CATATAN Untuk sistem a) sampai dengan d) biasanya diatur dengan peraturan khusus yang dibuat oleh berbagai instansi terkait.

1.1.2 Tujuan

Standar ini memberikan informasi untuk perancangan, pemasangan, inspeksi dan pemeliharaan sistem yang efektif untuk proteksi bangunan terhadap petir seperti ditunjukkan pada 1.1.1, demikian juga proteksi untuk manusia, instalasi, baik isi maupun yang melekat padanya.

1.2 Istilah dan definisi

Untuk keperluan standar ini, berlaku definisi berikut:

1.2.1

kilat petir ke bumi

luahan listrik yang berasal dari atmosfer antara awan dan bumi yang terdiri dari satu sambaran atau lebih

1.2.2

sambaran petir

luahan listrik tunggal pada kilat petir ke bumi

1.2.3

titik sambaran

titik tempat terjadinya kontak antara sambaran petir dengan bumi, bangunan atau SPP

CATATAN Kilat dapat mempunyai lebih dari satu titik sambaran.

1.2.4

ruang terproteksi

bagian bangunan atau daerah yang memerlukan proteksi terhadap efek petir sesuai dengan standar ini

1.2.5

sistem proteksi petir (SPP)

sistem lengkap yang digunakan untuk memproteksi ruang terhadap efek petir. SPP terdiri dari SPP eksternal dan internal

CATATAN Dalam hal khusus, SPP dapat terdiri dari hanya SPP eksternal atau SPP internal saja.

1.2.6

SPP eksternal

sistem yang terdiri dari sistem terminasi udara, sistem konduktor penyalur dan sistem terminasi bumi

1.2.7

SPP internal

semua tindakan tambahan yang diberikan pada SPP eksternal yang akan mengurangi efek elektromagnetik arus petir di dalam ruang terproteksi

1.2.8

ikatan penyama potensial (IPP)

bagian SPP internal yang mengurangi beda potensial yang disebabkan oleh arus petir

1.2.9

sistem terminasi udara

bagian SPP eksternal yang dimaksudkan untuk menghadang kilat petir

1.2.10

konduktor penyalur

bagian SPP eksternal yang dimaksudkan untuk mengalirkan arus petir dari sistem terminasi udara ke sistem terminasi bumi

1.2.11

sistem terminasi bumi

bagian SPP eksternal yang dimaksudkan untuk mengalirkan dan menyebarkan arus petir ke bumi

CATATAN Pada tanah yang mempunyai resistivitas tanah yang tinggi, sistem terminasi bumi dapat menghadang arus petir yang mengalir melalui tanah akibat kilat petir ke bumi di dekatnya.

1.2.12

elektrode bumi

bagian atau kelompok bagian sistem terminasi bumi yang memberikan kontak listrik langsung dan menyebarkan arus listrik ke bumi

1.2.13

elektrode bumi cincin

elektrode bumi yang berbentuk lingkaran tertutup mengelilingi bangunan di bawah atau di atas permukaan bumi

1.2.14

elektrode bumi pondasi

elektrode bumi yang ditanam pada pondasi beton bangunan

1.2.15

resistans bumi setara

rasio nilai puncak tegangan terminasi bumi dan arus terminasi bumi yang pada umumnya tidak terjadi secara serentak. Secara konvensional digunakan untuk menunjukkan efisiensi sistem terminasi bumi

SNI 03-7014.1-2004

1.2.16

tegangan terminasi bumi

beda potensial antara sistem terminasi bumi dan bumi

1.2.17

komponen "alami" SPP

komponen yang berfungsi sebagai proteksi petir, tetapi tidak dipasang khusus untuk keperluan tersebut

CATATAN Beberapa contoh penggunaan istilah tersebut adalah sebagai berikut:

- terminasi udara "alami";
- konduktor penyalur "alami";
- elektrode bumi "alami".

1.2.18

instalasi logam

bagian logam yang diperpanjang pada ruang terproteksi yang dapat membentuk jalur arus petir, misalnya pipa, tangga, rel elevator, ventilasi, dak pemanas, dan dak penyaman udara serta baja tulangan beton saling hubung

1.2.19

batang IPP

batang tempat instalasi logam, bagian konduktif ekstra (BKE), saluran tenaga listrik dan telekomunikasi serta kabel lainnya dapat diikatkan ke SPP

1.2.20

konduktor IPP

konduktor untuk menyamakan potensial

1.2.21

baja tulangan beton saling hubung

rangka baja di dalam bangunan yang dianggap terhubung kontinu secara listrik

1.2.22

latu berbahaya

luaran listrik yang tak dapat diterima yang disebabkan oleh arus petir di dalam ruang terproteksi

1.2.23

jarak aman

jarak minimum antara dua bagian konduktif di dalam ruang terproteksi sehingga di antaranya latu berbahaya tidak dapat terjadi

1.2.24

supresor surja

gawai yang dirancang untuk membatasi tegangan surja antara dua bagian di dalam ruang terproteksi misalnya celah latu, pembagi (*diverter*) surja atau gawai semikonduktor

1.2.25

sambungan uji

sambungan yang dirancang dan ditempatkan untuk fasilitas uji listrik dan pengukuran listrik komponen SPP

1.2.26**SPP eksternal terisolasi dari ruang terproteksi**

SPP yang sistem terminasi udara dan sistem konduktor penyalurnya ditempatkan sedemikian sehingga jalur arus petir tidak mempunyai kontak dengan ruang terproteksi

1.2.27**SPP eksternal tak terisolasi dari ruang terproteksi**

SPP yang sistem terminasi udara dan sistem konduktor penyalurnya ditempatkan sedemikian sehingga jalur arus petir dapat kontak dengan ruang terproteksi

1.2.28**bangunan biasa**

bangunan yang digunakan untuk kepentingan biasa, misalnya komersial, industri, pertanian, kelembagaan, atau perumahan

1.2.29**tingkat proteksi**

istilah yang menunjukkan klasifikasi SPP sesuai dengan efisiensinya

CATATAN Tingkat proteksi menyatakan probabilitas suatu SPP memproteksi ruang terhadap efek petir.

1.3 Bangunan beton bertulang

Rangka baja dalam bangunan beton bertulang dianggap kontinu secara listrik hanya jika memenuhi kondisi sebagai berikut:

- kira-kira 50 % dari batang tegak atau mendatar yang disalinghubungkan, dilas atau diikat secara aman;
- batang tegak dilas atau ditumpang tindih sekurang-kurangnya 20 kali diameternya dan diikat secara aman;
- kontinuitas listrik baja tulangan beton dibuat antara unit beton pracetak individu dengan unit beton pracetak lainnya yang berdekatan.

2 SPP eksternal**2.1 Sistem terminasi udara****2.1.1 Umum**

Probabilitas sambaran petir yang menembus ruang terproteksi sangat berkurang dengan adanya sistem terminasi udara yang dirancang dengan benar.

Sistem terminasi udara dapat terdiri dari setiap kombinasi unsur berikut:

- batang;
- rentangan kawat;
- jaring konduktor.

2.1.2 Penempatan

Susunan sistem terminasi udara memadai jika persyaratan pada Tabel 1 telah dipenuhi. Dalam merancang sistem terminasi udara, metode berikut dapat digunakan sendiri-sendiri atau kombinasinya:

- a) sudut proteksi;
- b) bola bergulir (*rolling sphere*);
- c) ukuran jaring (*mesh*).

CATATAN Informasi lebih lanjut tentang metode dan hubungan antara penempatan sistem terminasi udara dan tingkat proteksi diberikan pada Pedoman B.

2.1.3 Konstruksi

Untuk SPP terisolasi, jarak antara sistem terminasi udara dan setiap instalasi logam di dalam ruang terproteksi, harus lebih besar dari jarak aman sesuai dengan 3.2.

Dalam hal SPP tak terisolasi terhadap ruang terproteksi, sistem terminasi udara dapat dipasang langsung pada atap atau dengan jarak pisah yang kecil, asalkan tidak terjadi kerusakan yang disebabkan oleh efek arus petir.

Untuk penentuan volume terproteksi terhadap sambaran petir, hanya dimensi yang sebenarnya dari sistem terminasi udara yang terbuat dari logam yang harus dipertimbangkan.

2.1.4 Komponen "alami"

Bagian bangunan berikut dapat dianggap sebagai komponen terminasi udara "alami":

- a) lempengan logam yang melingkupi ruang terproteksi, asalkan:
 - kontinuitas listrik antara berbagai bagian dibuat tahan lama;
 - tebal lempengan logam tidak lebih kecil dari nilai t yang diberikan pada Tabel 2, jika diperlukan untuk melakukan tindakan pencegahan terhadap dadal (terjadi retak atau lubang) atau mempertimbangkan masalah titik panas (*hotspot*);
 - tebal lempengan logam tidak kurang dari 0,5 mm jika tidak perlu mencegah dadalnya lempengan, atau tidak perlu mempertimbangkan penyalaan dari bahan yang mudah terbakar yang berada di bawahnya;
 - lempengan logam tersebut tidak terbungkus bahan insulasi;
 - bahan nonlogam pada atau di atas lempengan logam tidak dimasukkan dalam ruang terproteksi.
- b) komponen logam dari konstruksi atap (tiang penyangga, baja tulangan beton saling hubung dan sebagainya) di bawah atap nonlogam, asalkan bagian terakhir ini tidak dimasukkan dalam ruang terproteksi.
- c) bagian logam seperti talang, hiasan, tangga dan sebagainya, yang luas penampangnya tidak lebih kecil dari yang ditentukan untuk komponen terminasi udara standar;
- d) tangki dan pipa logam, asalkan dikonstruksi dari bahan dengan tebal tidak kurang dari 2,5 mm, dan tidak akan menimbulkan situasi berbahaya atau situasi yang tidak diinginkan lainnya, jika tangki dan pipa logam dadal;
- e) tangki dan pipa logam pada umumnya, asalkan dikonstruksi dari bahan yang tebalnya tidak kurang dari nilai t yang sesuai yang diberikan pada Tabel 2, dan asalkan kenaikan suhu pada permukaan bagian dalam di titik sambaran tidak menimbulkan bahaya.

CATATAN 1 Lapisan tipis cat proteksi atau aspal setebal 0,5 mm atau PVC 1 mm tidak dianggap sebagai insulator.

CATATAN 2 Dalam hal khusus penggunaan pemipaan sebagai komponen terminasi udara dilarang (sedang dalam pembahasan).

2.2 Sistem konduktor penyalur

2.2.1 Umum

Untuk mengurangi kemungkinan terjadinya latu berbahaya, konduktor penyalur harus disusun sedemikian sehingga dari titik sambaran ke bumi:

- a) terdapat beberapa jalur arus paralel;
- b) panjang jalur arus diusahakan seminimum mungkin.

Konduktor penyalur harus disusun sedemikian sehingga sedapat mungkin berhubungan langsung dengan konduktor terminasi udara.

2.2.2 Penempatan SPP terisolasi

Jika terminasi udara terdiri dari beberapa batang yang disangga beberapa tiang yang terpisah (atau oleh sebuah tiang), sekurang-kurangnya dibutuhkan sebuah konduktor penyalur untuk setiap tiang. Dalam hal tiang terbuat dari logam, atau dari baja tulangan beton saling hubung, konduktor penyalur tambahan tidak diperlukan.

Jika terminasi udara terdiri dari beberapa konduktor mendatar yang terpisah (atau sebuah konduktor), sekurang-kurangnya dibutuhkan sebuah konduktor penyalur untuk masing-masing ujung konduktor.

Jika terminasi udara berbentuk jaringan konduktor, sekurang-kurangnya dibutuhkan sebuah konduktor penyalur untuk masing-masing bangunan penyangga.

2.2.3 Penempatan SPP tak terisolasi

Konduktor penyalur dipasang di sekeliling batas pinggir ruang terproteksi sedemikian sehingga jarak rata-rata antara konduktor penyalur tidak lebih dari nilai yang diberikan pada Tabel 3. Sekurang-kurangnya digunakan 2 konduktor penyalur untuk semua kasus.

CATATAN 1 Jarak rata-rata antara konduktor penyalur dikorelasikan dengan jarak aman pada 3.2. Jika nilai tersebut lebih besar dari nilai yang ditentukan dalam Tabel 3, jarak aman harus ditambah.

CATATAN 2 Lebih baik digunakan jarak yang sama antara konduktor penyalur di sekeliling batas pinggir. Konduktor penyalur sebaiknya dekat dengan masing-masing pojok bangunan jika memungkinkan.

Konduktor penyalur harus disalinghubungkan dengan sarana konduktor cincin mendatar dekat permukaan bumi dan dengan cincin berikutnya pada interval tegak 20 m.

2.2.4 Konstruksi

Untuk SPP terisolasi, jarak antara sistem konduktor penyalur dan instalasi logam dari ruang terproteksi harus lebih besar dari jarak aman sesuai dengan 3.2.

Konduktor penyalur SPP tak terisolasi dari ruang terproteksi, dapat dipasang sebagai berikut:

- jika dinding terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar, konduktor penyalur dapat ditempatkan pada permukaan atau di dalam dinding tersebut;

SNI 03-7014.1-2004

- jika dinding terbuat dari bahan yang mudah terbakar, konduktor penyalur dapat ditempatkan pada permukaan dinding, asalkan kenaikan suhu karena lewatnya arus petir tidak berbahaya untuk bahan dinding;
- jika dinding terbuat dari bahan yang mudah terbakar dan kenaikan suhu konduktor penyalur berbahaya, maka konduktor penyalur harus ditempatkan sedemikian sehingga jarak antara konduktor penyalur tersebut dan ruang terproteksi selalu lebih besar dari 0,1 m. Braket pemasang yang terbuat dari logam boleh melekat pada dinding.

CATATAN Konduktor penyalur tidak boleh dipasang pada talang atau pipa saluran air, meskipun dibungkus dengan bahan insulasi. Efek uap air pada talang dapat menyebabkan terjadinya korosi yang intensif pada konduktor penyalur. Direkomendasikan agar konduktor penyalur ditempatkan sedemikian sehingga ada jarak antara konduktor penyalur tersebut dengan pintu atau jendela.

Konduktor penyalur harus dipasang lurus dan tegak sedemikian sehingga membentuk jalur terpendek dan paling langsung ke bumi. Bentuk lingkaran harus dihindari. Jika hal ini tidak mungkin, jarak s yang diukur melalui celah antara dua titik pada konduktor dan panjang l dari konduktor antara titik-titik tersebut harus memenuhi 3.2 (lihat Gambar 1).

2.2.5 Komponen "alami"

Bagian bangunan berikut dapat dianggap konduktor penyalur "alami":

- a) instalasi logam, asalkan:
- kontinuitas listrik antara berbagai bagian dibuat tahan lama sesuai dengan persyaratan 2.4.2.
 - dimensinya paling sedikit sama dengan yang ditentukan untuk konduktor penyalur standar.

CATATAN 1 Instalasi logam dapat terbungkus bahan insulasi.

CATATAN 2 Penggunaan pipa sebagai konduktor penyalur dilarang dalam hal khusus (dalam pertimbangan).

- b) rangka logam bangunan;
c) baja saling hubung dari bangunan;

CATATAN Untuk beton pratekan, sebaiknya diperhatikan risiko pengaruh mekanis yang tidak dapat diterima, sebagian karena arus petir, sebagian sebagai akibat hubungan ke SPP.

- d) elemen fasad (*facade*), rel dan subkontruksi berprofil dari fasad, asalkan:
- dimensinya memenuhi persyaratan untuk konduktor penyalur dan tebalnya tidak kurang dari 0,5 mm;
 - kontinuitas listriknya pada arah tegak memenuhi persyaratan 2.4.2 atau jarak antar bagian logamnya tidak melebihi 1 mm, dan tumpang tindih antara 2 elemen paling sedikit 100 cm².

Konduktor cincin mendatar tidak diperlukan jika rangka logam bangunan baja atau baja tulangan beton saling hubung dari bangunan digunakan sebagai konduktor penyalur.

2.2.6 Sambungan uji

Pada hubungan terminasi bumi, suatu sambungan uji sebaiknya dipasang pada masing-masing konduktor penyalur, kecuali dalam hal konduktor penyalur "alami".

Sambungan sebaiknya dapat dilepas dengan bantuan perkakas untuk keperluan pengukuran, tetapi secara normal sebaiknya tersambung.

2.3 Sistem terminasi bumi

2.3.1 Umum

Guna menyebarkan arus petir ke bumi tanpa menyebabkan tegangan lebih yang berbahaya, bentuk dan dimensi sistem terminasi bumi lebih penting dari nilai spesifik resistans elektrode bumi. Namun pada umumnya direkomendasikan resistans bumi yang rendah.

Dari sudut pandang proteksi petir, sistem terminasi bumi bangunan terpadu tunggal lebih disukai dan cocok untuk segala keperluan (misalnya: proteksi petir, sistem daya tegangan rendah, sistem telekomunikasi).

Sistem terminasi bumi yang harus dipisah untuk alasan lain, sebaiknya dihubungkan pada sistem terminasi bumi terpadu dengan IPP sesuai dengan 3.1.

CATATAN 1 Syarat pemisahan dan ikatan sistem terminasi bumi lainnya biasanya ditentukan oleh instansi yang berwenang.

CATATAN 2 Masalah korosi yang serius dapat terjadi jika sistem pembumian yang menggunakan bahan berbeda dihubungkan satu sama lain.

2.3.2 Elektrode bumi

Jenis elektrode bumi berikut ini harus digunakan: satu atau lebih elektrode cincin, elektrode tegak (miring), elektrode radial, atau sebuah elektrode bumi pondasi.

Pelat dan jaring kekisi pembumian kecil dapat digunakan sebagai pilihan, tetapi sebaiknya dihindari, karena kemungkinan timbulnya korosi, terutama pada sambungan.

Sejumlah konduktor yang terdistribusi dengan benar lebih disukai daripada sebuah konduktor bumi tunggal yang panjang. Panjang minimum elektrode bumi berkaitan dengan tingkat proteksi untuk bermacam-macam resistivitas tanah diberikan pada Gambar 2.

Namun elektrode bumi yang tertanam dalam akan efektif jika resistivitas tanah menurun sesuai kedalaman tanah dan jika substrata dengan resistivitas rendah terdapat pada kedalaman yang lebih dalam daripada kedalaman elektrode batang biasanya ditanam.

2.3.3 Susunan pembumian pada kondisi umum

Untuk sistem terminasi bumi berlaku dua jenis dasar susunan elektrode bumi.

2.3.3.1 Susunan jenis A

Jenis susunan ini terdiri dari elektrode bumi radial atau tegak. Masing-masing konduktor penyalur harus dihubungkan dengan sekurang-kurangnya satu elektrode bumi terpisah yang terdiri dari elektrode radial atau tegak (atau miring).

Jumlah minimum elektrode bumi harus dua.

Panjang minimum masing-masing elektrode adalah:

- l_1 untuk elektrode mendatar radial atau
- $0,5 l_1$ untuk elektrode tegak (atau miring),
- l_1 adalah panjang minimum elektrode radial yang diperlihatkan pada bagian yang relevan pada Gambar 2.

Untuk jenis elektrode bumi ini, tindakan khusus harus dilakukan jika daerah yang tercakup berbahaya bagi manusia atau binatang.

Pada tanah dengan resistivitas rendah, panjang minimum yang dinyatakan pada Gambar 2 boleh diabaikan asalkan dicapai resistans bumi lebih kecil dari 10Ω .

CATATAN 1 Untuk elektrode kombinasi sebaiknya dipertimbangkan panjang total.

CATATAN 2 Susunan jenis A cocok untuk resistivitas tanah rendah dan untuk bangunan kecil.

2.3.3.2 Susunan jenis B

Untuk elektrode bumi cincin (atau elektrode bumi pondasi), radius rata-rata r dari daerah yang dicakup oleh elektrode bumi cincin (atau elektrode bumi fondasi) tidak boleh lebih kecil dari nilai l_1 :

$$r \geq l_1$$

l_1 diberikan pada Gambar 2 sesuai dengan tingkat proteksi I dan II sampai dengan IV, secara berturut-turut.

Jika nilai l_1 yang disyaratkan lebih besar dari nilai r yang tepat, elektrode radial atau tegak (atau miring) tambahan harus ditambahkan yang masing-masing panjang l_r (mendatar) dan l_v (tegak) diberikan oleh rumus sebagai berikut:

$$l_r = l_1 - r$$

dan

$$l_v = (l_1 - r)/2$$

2.3.4 Susunan pembumian pada kondisi khusus

Jika diperlukan IPP sesuai dengan Ayat 3, tetapi SPP eksternal tidak diperlukan, maka dapat digunakan elektrode mendatar dengan panjang l_1 atau elektrode tegak (atau miring) dengan panjang $0,5 l_1$ sebagai terminasi bumi.

Terminasi bumi instalasi listrik tegangan rendah dapat digunakan untuk keperluan ini, asalkan panjang total elektrode bumi tidak lebih kecil dari l_1 untuk elektrode mendatar atau $0,5 l_1$ untuk elektrode tegak (atau miring).

CATATAN Standar yang akan datang akan memberikan informasi tentang kondisi saat SPP eksternal tidak diperlukan.

2.3.5 Pemasangan elektrode bumi

Elektrode bumi cincin eksternal sebaiknya ditanam pada kedalaman paling sedikit 0,5 m tetapi tidak kurang dari 1 m terhadap dinding.

Elektrode bumi harus dipasang di luar ruang terproteksi dengan kedalaman sekurang-kurangnya 0,5 m dan didistribusikan serata mungkin untuk mengurangi efek kopling listrik dalam bumi.

Elektrode bumi tertanam harus dipasang sedemikian sehingga dapat di inspeksi selama konstruksi.

Kedalaman dan jenis elektrode bumi yang ditanam harus sedemikian sehingga mengurangi efek korosi, pengeringan dan pembekuan tanah dan dengan demikian membuat resistans bumi yang setara menjadi stabil. Direkomendasikan bahwa 1 meter pertama dari elektrode bumi tegak dianggap tidak efektif dalam kondisi beku. Untuk daerah cadas padat hanya direkomendasikan susunan pembedaan jenis B.

2.3.6 Elektrode bumi alami

Bangunan beton yang terbuat dari baja tulangan beton saling hubung atau bangunan logam bawah tanah yang sesuai, yang karakteristiknya memenuhi persyaratan 2.5 dapat digunakan sebagai elektrode bumi. Jika tulangan logam beton digunakan sebagai elektrode bumi, kesalinghubungannya harus diperhatikan secara khusus untuk mencegah pecah mekanis dari beton.

CATATAN Pada beton pratekan, sebaiknya dipertimbangkan akibat dari lewatnya arus luahan petir yang dapat menimbulkan stres mekanis yang tidak dapat diterima.

2.4 Klem dan sambungan

2.4.1 Klem

Terminasi udara dan konduktor penyalur harus dimagun secara kokoh sehingga gaya elektrodinamik atau mekanis yang tidak disengaja (misalnya getaran, tergelincirnya bongkahan salju dan sebagainya) tidak akan menyebabkan konduktor putus atau kendor.

2.4.2 Sambungan

Jumlah sambungan sepanjang konduktor harus diusahakan minimum. Sambungan harus dibuat kuat dengan sarana seperti pengelasan, pengelasan kuningan, penyelongsongan tekan, penyekrupan atau pemasangan baut.

2.5 Bahan dan dimensi

2.5.1 Bahan

Bahan yang digunakan harus tahan terhadap efek listrik dan elektromagnetik dari arus petir dan stres tak disengaja yang dapat diperkirakan tanpa kerusakan.

Bahan dan ukuran harus dipilih dengan memperhatikan kemungkinan korosi pada bangunan terproteksi atau pada SPP.

Komponen SPP dapat dibuat dari bahan pada Tabel 4, asalkan mempunyai ketahanan korosi dan konduktivitas listrik yang cukup. Logam lainnya dapat digunakan jika mempunyai kinerja mekanis, listrik dan kimia (korosi) yang setara.

2.5.2 Dimensi

Dimensi minimum diberikan pada Tabel 5.

CATATAN Nilai-nilai tersebut dapat diperbesar untuk menanggulangi masalah mekanis dan korosi.

2.5.3 Proteksi terhadap korosi

Jika ada risiko korosi, bahan harus dipilih dan di dimensi sesuai dengan Tabel 4 dan 2.5.2.

3 SPP internal

3.1 Ikatan penyama potensial (IPP)

3.1.1 Umum

Penyamaan potensial adalah tindakan yang sangat penting untuk mengurangi bahaya kebakaran dan ledakan serta bahaya kehidupan pada ruang terproteksi.

Penyamaan potensial dicapai dengan sarana konduktor IPP atau supresor surja yang menghubungkan SPP, rangka logam bangunan, instalasi logam, BKE dan instalasi listrik serta telekomunikasi di dalam ruang terproteksi.

Jika dipasang SPP, rangka logam di luar ruang terproteksi dapat terpengaruh. Hal ini sebaiknya dipertimbangkan ketika merancang sistem tersebut. IPP untuk rangka logam eksternal mungkin juga diperlukan.

Jika SPP eksternal tidak dipasang tetapi diperlukan proteksi terhadap efek petir pada saluran masuk pelayanan, maka harus disediakan IPP.

3.1.2 IPP untuk instalasi logam

IPP harus dilaksanakan pada lokasi berikut:

- a) pada ruang bawah tanah atau kira-kira pada permukaan bumi. Konduktor IPP harus dihubungkan ke batang IPP yang dikonstruksi dan dipasang sedemikian sehingga inspeksi dapat dilakukan dengan mudah. Batang IPP tersebut harus dihubungkan ke sistem terminasi bumi. Untuk bangunan yang besar, dapat dipasang lebih dari satu batang IPP yang disalingdihubungkan;
- b) di atas tanah dengan interval tegak tidak lebih dari 20 m, untuk bangunan yang tingginya lebih dari 20 m. Batang IPP harus dihubungkan ke konduktor cincin mendatar yang mengikat konduktor penyalur (lihat 2.2.3);
- c) jika persyaratan kedekatan tidak terpenuhi (lihat 3.2) dalam hal:
 - bangunan beton bertulang dengan baja tulangan beton saling hubung;
 - bangunan rangka baja;
 - bangunan dengan kinerja pemerisaian setara.

IPP umumnya tidak diperlukan pada b) dan c) di atas untuk instalasi logam di dalam bangunan.

Untuk SPP terisolasi, IPP harus dibuat hanya pada permukaan bumi.

Jika lempengan berinsulasi disisipkan pada saluran pipa gas atau pipa air, maka harus dijumpatani dengan supresor surja (1.2.24) yang dirancang untuk kondisi operasi.

IPP dapat diperoleh dengan bantuan dari:

- konduktor IPP, jika kontinuitas listrik tidak dijamin oleh IPP alami.

Jika seluruh atau sebagian besar arus petir mengalir melalui hubungan IPP, dimensi minimum luas penampang konduktor IPP diberikan pada Tabel 6. Pada kasus lain, luas penampang diberikan pada Tabel 7.

- supresor surja jika konduktor IPP tidak diizinkan.

CATATAN 1 Lihat 3.7.2 dari SNI 04-0225-2000, Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000).

CATATAN 2 Cara bagaimana hal ini akan dicapai adalah penting dan sebaiknya dirundingkan dengan instansi berwenang karena mungkin ada persyaratan yang saling bertentangan.

CATATAN 3 Persyaratan karakteristik supresor surja dalam pertimbangan.

Supresor surja sebaiknya dipasang sedemikian sehingga dapat di inspeksi.

3.1.3 IPP untuk BKE

Untuk BKE, IPP harus ditempatkan sedekat mungkin dengan titik masuk ke dalam bangunan. Dengan ini diharapkan bahwa sebagian besar arus petir akan mengalir melalui hubungan IPP. Karena itu persyaratan yang dijelaskan pada 3.1.2 harus berlaku.

3.1.4 IPP untuk instalasi logam, instalasi listrik dan telekomunikasi, dan BKE pada kondisi khusus

Apabila SPP eksternal tidak disyaratkan, maka instalasi logam, instalasi listrik dan telekomunikasi, dan BKE harus dihubungkan pada permukaan bumi ke terminasi bumi yang memenuhi persyaratan 2.3.4.

CATATAN Hal ini berlaku pada bangunan seperti ditentukan oleh instansi yang berwenang.

3.1.5 IPP untuk instalasi listrik bersama-sama telekomunikasi

IPP untuk instalasi listrik bersama-sama dengan telekomunikasi harus ditempatkan sesuai dengan 3.1.2. IPP harus ditempatkan sedekat mungkin dengan titik masuk ke dalam bangunan.

Jika konduktor berperisai logam, atau berada dalam pipa logam, biasanya cukup hanya mengikat perisainya, asalkan perisai tersebut mempunyai resistansi listrik sedemikian sehingga beda potensial di antaranya tidak membahayakan kabel dan perlengkapan yang terhubung.

Semua konduktor dari saluran harus diikat langsung atau tidak langsung. Konduktor aktif sebaiknya hanya diikat ke SPP melalui supresor surja. Pada sistem TN, konduktor PE atau PEN sebaiknya diikat langsung ke SPP.

CATATAN 1 Cara bagaimana hal ini akan dicapai adalah penting dan sebaiknya dirundingkan dengan instansi berwenang karena mungkin ada persyaratan yang saling bertentangan.

CATATAN 2 Lihat juga IEC 60050 (826) - Definisi 826-04-06.

3.2 Kedekatan Instalasi ke SPP

Guna menghindari latu berbahaya jika IPP tidak dapat dicapai, maka jarak pisah antara SPP dan instalasi logam, s , begitu juga antara BKE dan saluran harus ditambah melebihi jarak aman, d :

$$s \geq d$$

$$d = k_i \frac{k_c}{k_m} l \text{ (m)}$$

dengan:

k_i tergantung pada pemilihan tingkat proteksi SPP yang dipilih (Tabel 8).

k_c tergantung pada konfigurasi dimensi (lihat Gambar 3, 4, 5)

k_m tergantung pada bahan pemisah (lihat Tabel 9)

l (m) jarak sepanjang konduktor penyalur dari titik tempat kedekatan dipertimbangkan sampai ke titik IPP terdekat.

Rumus tersebut berlaku jika jarak antar konduktor penyalur sekitar 20 meter.

CATATAN 1 Rumus untuk jarak lainnya masih dalam pertimbangan.

CATATAN 2 Dalam hal bangunan beton bertulang dengan baja tulangan beton saling hubung dan dalam hal bangunan rangka baja atau bangunan dengan kinerja pemerisaian setara, persyaratan kedekatan biasanya dipenuhi.

3.3 Pelindung keselamatan terhadap bahaya kehidupan

Pelindung keselamatan terpenting terhadap bahaya kehidupan dalam ruang terproteksi adalah IPP.

CATATAN Tindakan lainnya dalam pertimbangan.

4 Perancangan, pemeliharaan dan inspeksi SPP

4.1 Perancangan

Efisiensi SPP menurun dari tingkat proteksi I ke tingkat proteksi IV.

CATATAN 1 Efisiensi SPP untuk masing-masing tingkat proteksi dalam pertimbangan.

CATATAN 2 Tingkat proteksi yang tepat sebaiknya dipilih berdasarkan persyaratan instansi yang berwenang.

CATATAN 3 Kriteria pemilihan tingkat proteksi dalam pertimbangan.

Perancangan SPP yang optimal secara teknis dan ekonomis hanya mungkin bila tahap perancangan SPP dikorelasikan dengan tahap perancangan dan konstruksi bangunan terproteksi. Dalam keadaan khusus, kemungkinan pemanfaatan bagian logam dari bangunan sebagai bagian dari SPP sebaiknya diperkirakan dalam perancangan bangunan itu sendiri.

4.2 Pemeliharaan dan inspeksi

4.2.1 Ruang lingkup inspeksi

Tujuan dari inspeksi adalah untuk memastikan bahwa:

- SPP memenuhi perancangan;
- Semua komponen SPP dalam kondisi baik dan dapat berfungsi sesuai perancangan dan tidak terjadi korosi;
- Setiap pelayanan atau konstruksi yang ditambahkan belakangan digabungkan ke dalam ruang terproteksi dengan IPP atau perluasan pada SPP.

4.2.2 Urutan inspeksi

Inspeksi sebaiknya dilaksanakan sesuai dengan 4.2.1 sebagai berikut:

- inspeksi selama konstruksi bangunan guna memeriksa elektrode yang ditanam;
- inspeksi setelah pemasangan SPP yang dilaksanakan sesuai dengan butir a) dan b);
- inspeksi ulang secara berkala yang dilaksanakan sesuai dengan butir a), b) dan c) pada interval seperti yang telah ditentukan dengan memperhatikan sifat ruang terproteksi dan masalah korosi;
- inspeksi tambahan yang dilaksanakan sesuai dengan butir a), b) dan c) setelah perubahan atau perbaikan, atau jika diketahui bahwa bangunan telah disambar petir.

4.2.3 Pemeliharaan

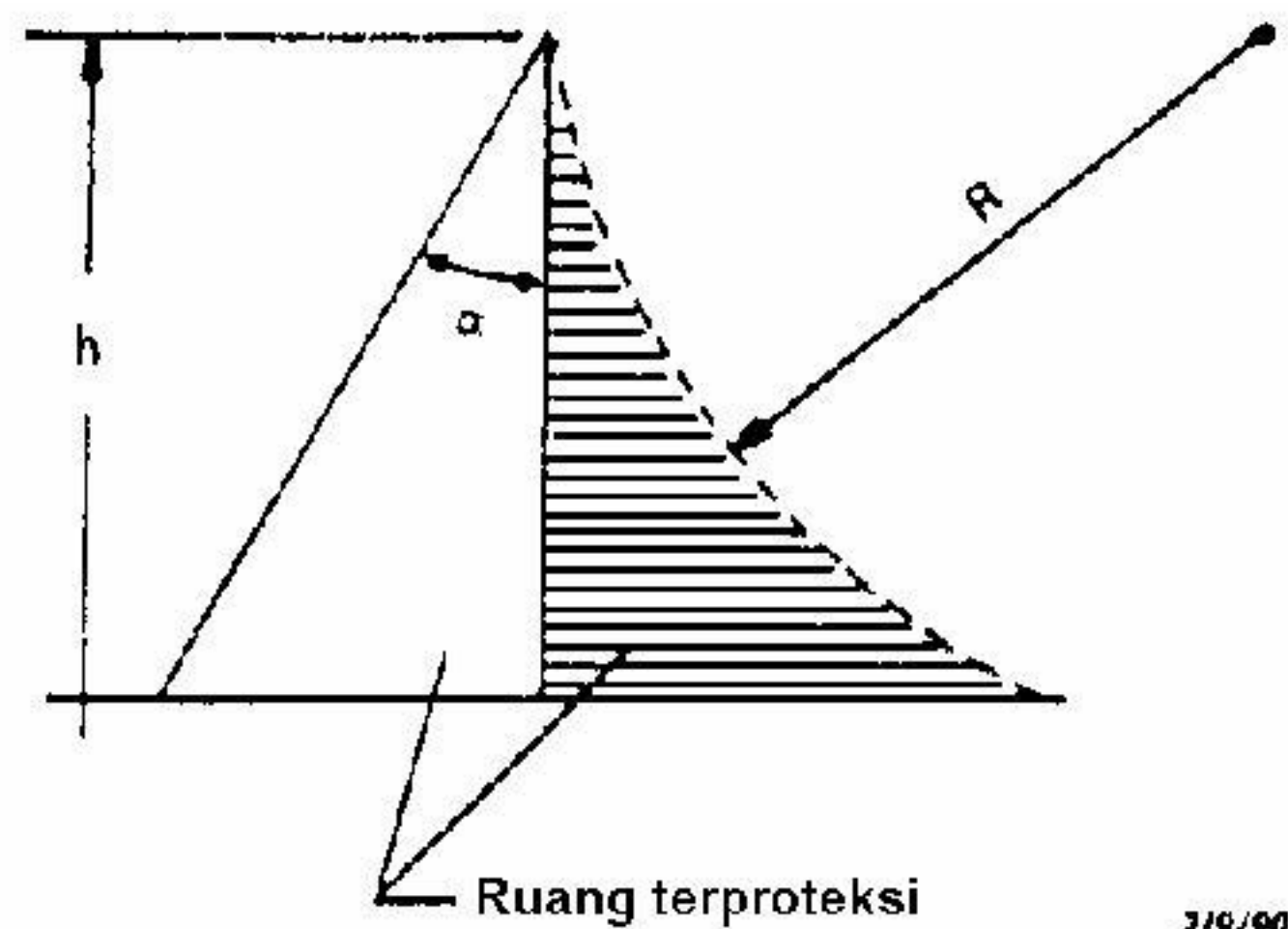
Inspeksi yang teratur merupakan salah satu persyaratan pokok untuk pemeliharaan yang andal dari SPP. Semua kesalahan yang ditemukan harus diperbaiki tanpa penundaan.

Tabel 1 Penempatan terminasi udara sesuai dengan tingkat proteksi (lihat 2.1.2)

Tingkat proteksi	h (m)		20	30	45	60	Lebar jaring (m)
	R (m)		α (°)	α (°)	α (°)	α (°)	
I	20		25	*	*	*	5
II	30		35	25	*	*	10
III	45		45	35	25	*	10
IV	60		55	45	35	25	20

* Bola bergulir dan jaring hanya berlaku pada kasus ini

CATATAN Tinggi lainnya dalam pertimbangan.



Tabel 2 Tebal minimum lempengan logam atau pipa logam pada sistem terminasi udara (lihat 2.1.4)

Tingkat proteksi	Bahan	Tebal t (mm)
I sampai dengan IV	Fe	4
	Cu	5
	Al	7

CATATAN Tebal lainnya dalam pertimbangan

Tabel 3 Jarak rata-rata antara konduktor penyalur sesuai dengan tingkat proteksi (lihat 2.2.3)

Tingkat proteksi	Jarak rata-rata (m)
I	10
II	15
III	20
IV	25

Tabel 4 Bahan SPP dan kondisi penggunaan (lihat 2.5.1)

Bahan	Penggunaan			Korosi		
	Pada udara terbuka	Dalam bumi	Dalam beton	Ketahanan	Meningkat karena	Elektrolitik dengan
Tembaga	Pejal Pilin Sebagai pelapis	Pejal Pilin Sebagai pelapis	-	Terhadap berbagai bahan	- Klorida konsentrasi tinggi - Kompon belerang - Bahan organik	-
Baja digalvanis panas	Pejal Pilin	Pejal	Pejal	Baik, meskipun di tanah asam	-	Tembaga

Tabel 4 (lanjutan)

Bahan	Penggunaan			Korosi		
	Pada udara terbuka	Dalam bumi	Dalam beton	Ketahanan	Meningkat karena	Elektrolitik dengan
Baja tahan karat	Pejal Pilin	Pejal	-	Terhadap berbagai bahan	Air dengan larutan klorida	-
Aluminium	Pejal Pilin	-	-	-	Bahan dasar	Tembaga
Timbel	Pejal Sebagai pelapis	Pejal Sebagai pelapis		Terhadap sulfat dengan konsentrasi tinggi	Tanah asam	Tembaga

Tabel 5 Dimensi minimum bahan SPP (lihat 2.5.2)

Tingkat proteksi	Bahan	Terminasi udara (mm ²)	Konduktor penyalur (mm ²)	Terminasi bumi (mm ²)
I sampai dengan IV	Cu	35	16	50
	Al	70	25	-
	Fe	50	50	80

Tabel 6 Dimensi minimum konduktor IPP yang menyalurkan sebagian besar arus petir (lihat 3.1.2)

Tingkat proteksi	Bahan	Luas penampang (mm ²)
I sampai dengan IV	Cu	16
	Al	25
	Fe	50

Tabel 7 Dimensi minimum konduktor IPP yang menyalurkan sebagian kecil arus petir (lihat 3.1.2)

Tingkat proteksi	Bahan	Luas penampang (mm ²)
I sampai dengan IV	Cu	6
	Al	10
	Fe	16

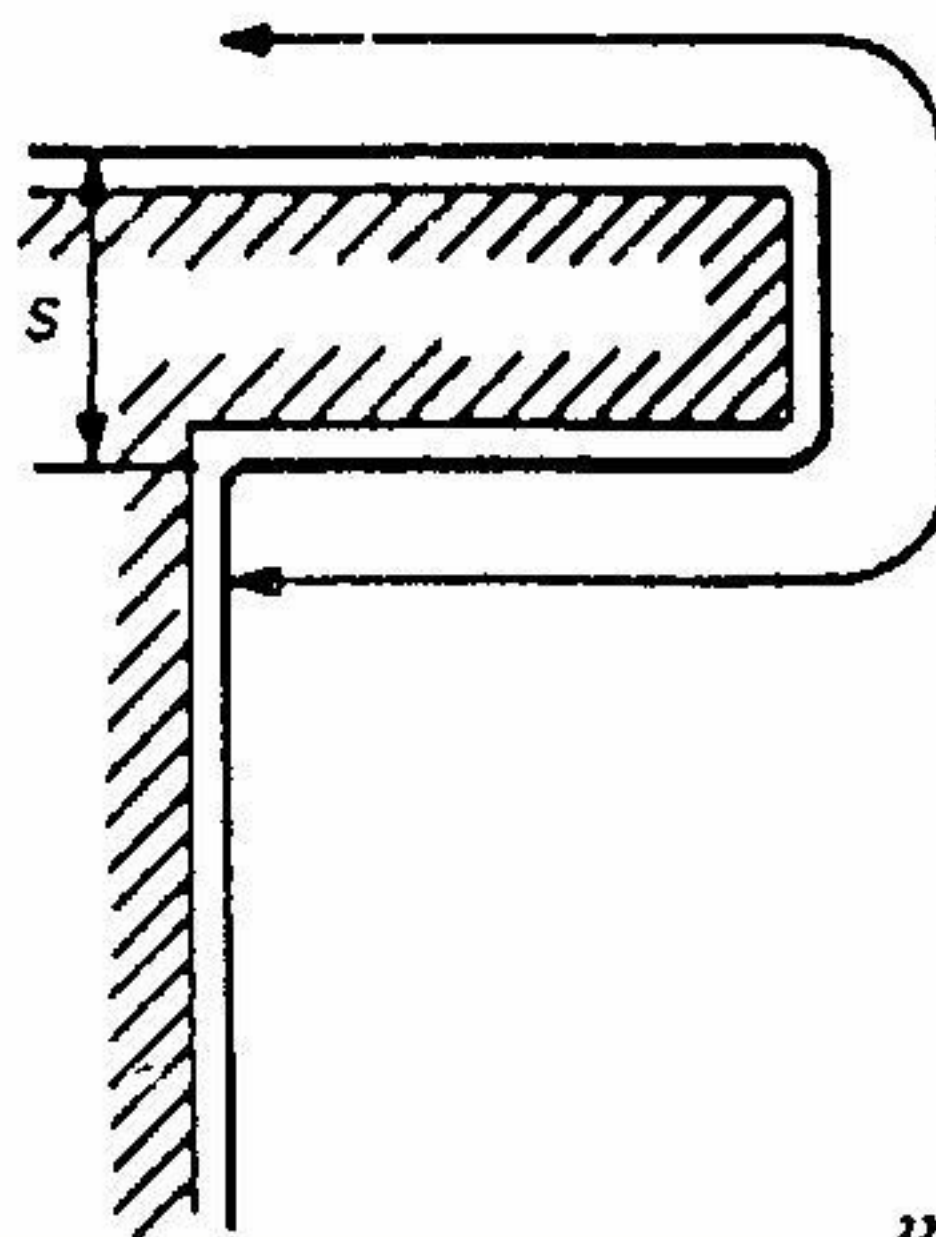
Tabel 8 Kedekatan instalasi terhadap SPP
Nilai koefisien k_i (lihat 3.2)

Tingkat proteksi	k_i
I	0,1
II	0,075
III dan IV	0,05

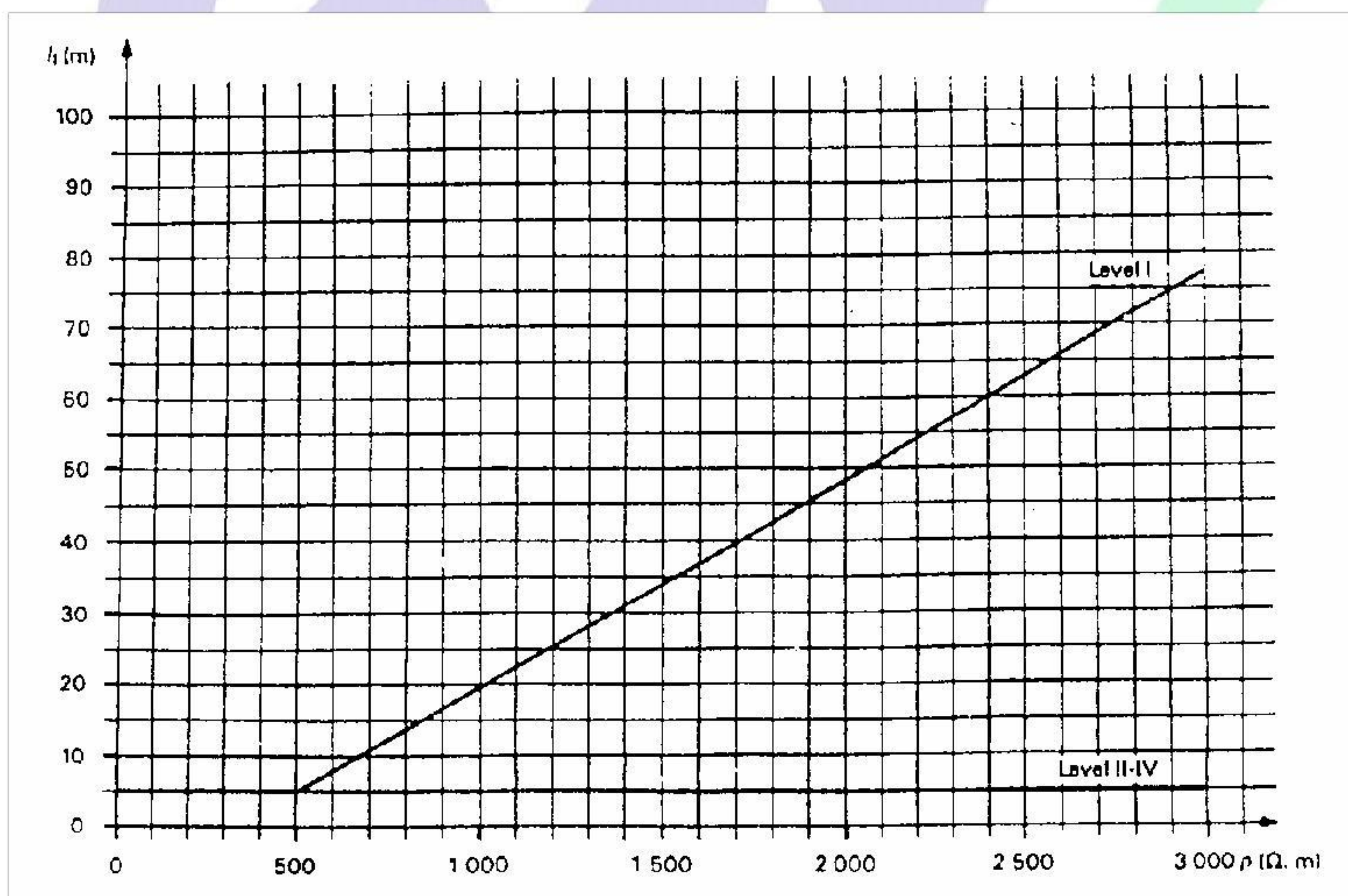
Tabel 9 Kedekatan instalasi terhadap SPP
Nilai koefisien k_m (lihat 3.2)

Bahan	k_m
Udara	1
Padat	0,5

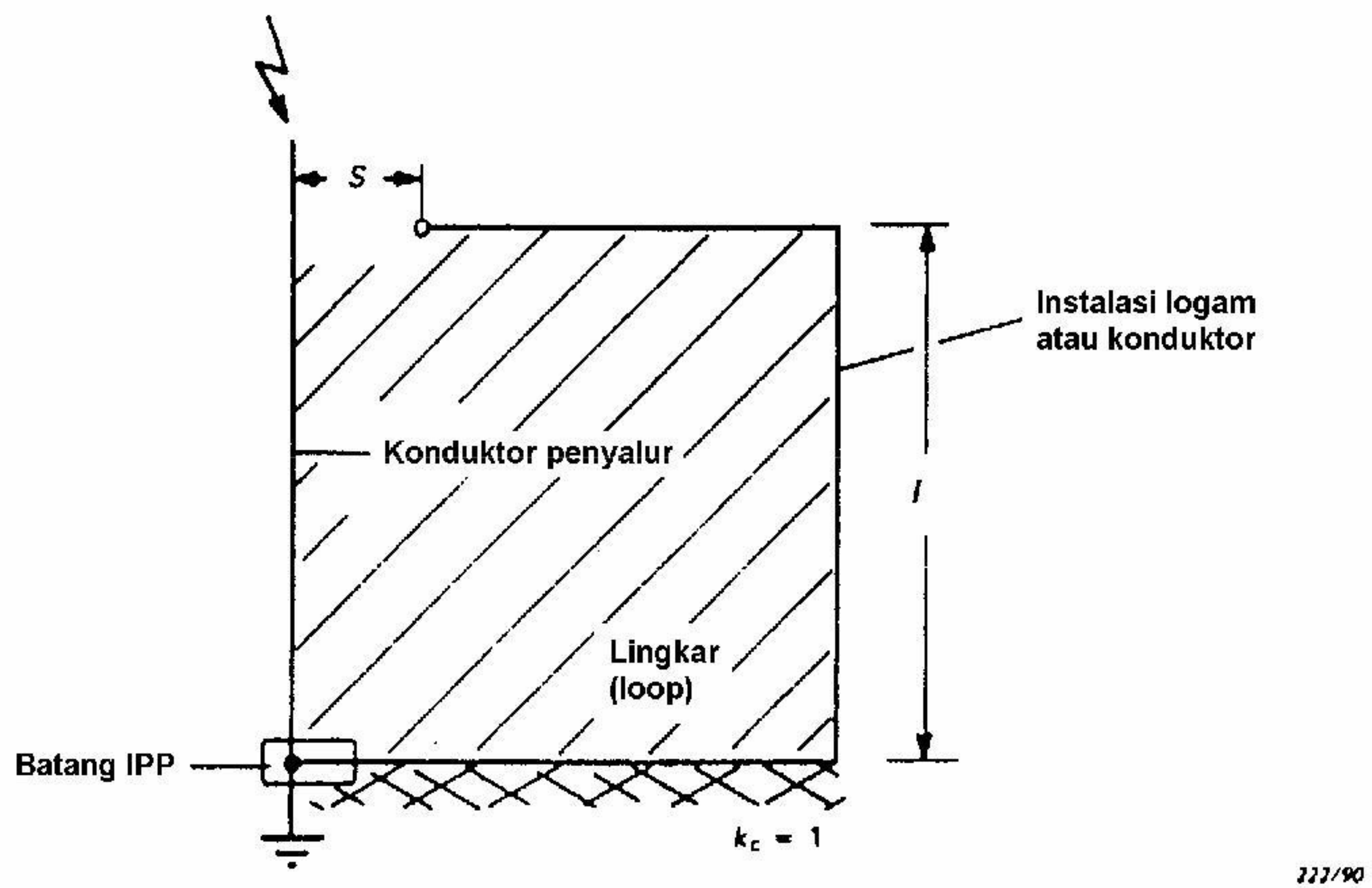
Jarak S tidak boleh terlalu sempit sehingga dapat menimbulkan loncatan



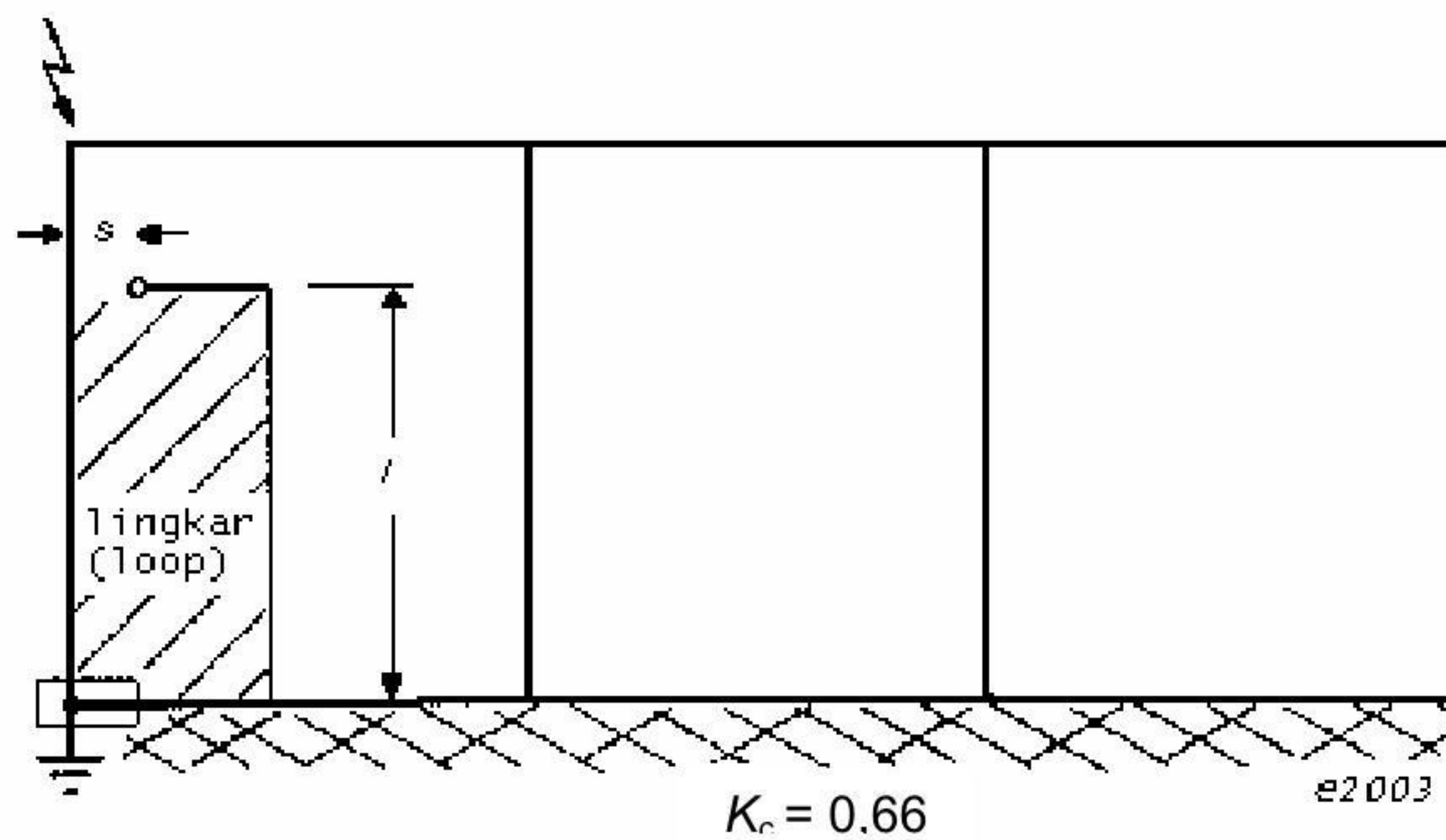
Gambar 1 Lingkar pada konduktor penyalur (lihat 2.2.4)



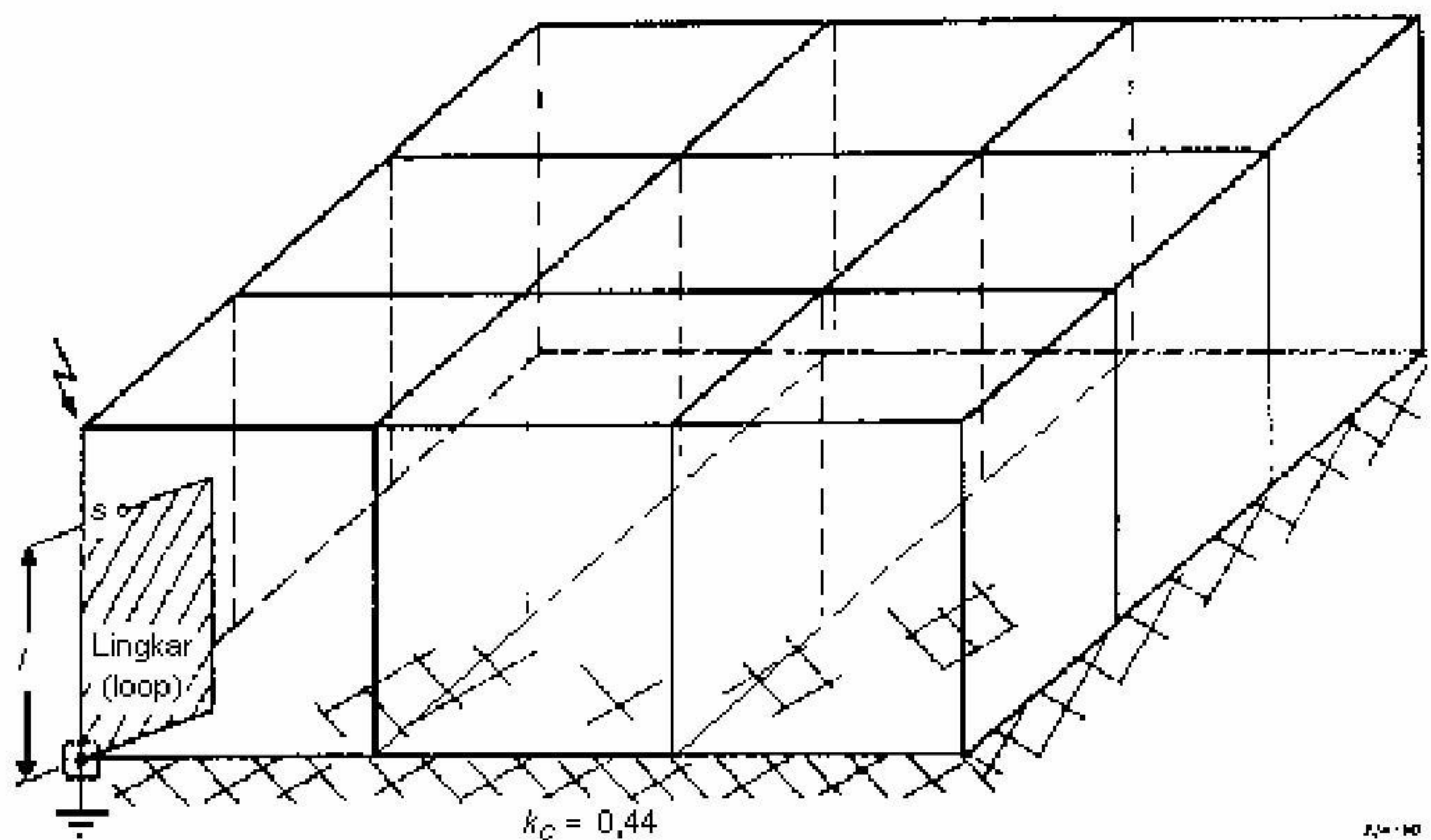
Gambar 2 Panjang minimum elektrode bumi l_1 sesuai dengan tingkat proteksi (lihat 2.3.2 dan 2.3.3)
Tingkat II sampai dengan IV tidak tergantung pada resistivitas tanah



Gambar 3 Kedekatan instalasi terhadap SPP Nilai koefisien k_c pada konfigurasi satu dimensi (lihat 3.2)



Gambar 4 Kedekatan instalasi terhadap SPP Nilai koefisien k_c pada konfigurasi dua dimensi (lihat 3.2)



Gambar 5 Kedekatan instalasi terhadap SPP Nilai koefisien k_c pada konfigurasi tiga dimensi (lihat 3.2)

5 Daftar istilah

arus petir	<i>lightning current</i>
bagian konduktif ekstra (BKE)	<i>extraneous conductive part</i>
bagian konduktif terbuka (BKT)	<i>exposed conductive part</i>
bahan	<i>material</i>
bahaya kehidupan	<i>life hazard</i>
baja saling hubung	<i>interconnected steel</i>
baja tulangan beton saling hubung	<i>interconnected reinforcing steel</i>
bangunan	<i>structure</i>
bangunan beton bertulang	<i>reinforced concrete structures</i>
bangunan biasa	<i>common structure</i>
batang	<i>rod</i>
batang IPP	<i>bonding bar</i>
beton pratekan	<i>prestressed concrete</i>
bola bergulir	<i>rolling sphere</i>
celah latu	<i>spark gap</i>
dadal	<i>puncture</i>
dimagun	<i>to be fixed</i>
elektrode bumi	<i>earth electrode</i>
elektrode bumi cincin	<i>ring earth electrode</i>
elektrode bumi pondasi	<i>foundation earth electrode</i>
elektrode bumi tertanam	<i>embedded earth electrode</i>
fasad	<i>facade</i>
gawai	<i>device</i>
ikatan penyama potensial (IPP)	<i>equipotential bonding (EB)</i>

instalasi logam	<i>metal installation</i>
jarak aman	<i>safety distance</i>
jarak pisah	<i>separation distance</i>
jaring konduktor	<i>meshed conductors</i>
kedekatan	<i>proximity</i>
kekisi	<i>lattice</i>
kilat petir	<i>lightning flash</i>
kinerja	<i>performance</i>
kinerja pemerisaian setara	<i>equivalent screening performance</i>
klem	<i>clamping</i>
komponen "alami"	<i>natural component</i>
konduit	<i>conduit</i>
konduktor cincin	<i>ring conductors</i>
konduktor IPP	<i>bonding conductor</i>
konduktor penyalur	<i>down-conduktor</i>
latu	<i>spark</i>
latu berbahaya	<i>dangerous sparking</i>
lempengan logam	<i>metal sheets</i>
luahan listrik	<i>electrical discharge</i>
magun	<i>fixed</i>
pelindung keselamatan	<i>safeguard</i>
pembagi surja	<i>surge diverter</i>
perisai	<i>shield</i>
permukaan bumi	<i>ground level</i>
Petir	<i>lightning</i>
Proteksi	<i>protection</i>
rentangan kawat	<i>stretched wires</i>
resistans bumi setara	<i>equivalent earth resistance</i>
ruang bawah tanah	<i>basement</i>
ruang terproteksi	<i>space to be protected</i>
sambaran petir	<i>lightning stroke</i>
sambungan uji	<i>test joint</i>
sistem proteksi petir (SPP)	<i>lightning protection system (LPS)</i>
sistem terminasi bumi	<i>earth-termination system</i>
sistem terminasi udara	<i>air-termination system</i>
SPP eksternal	<i>external LPS</i>
SPP internal	<i>internal LPS</i>
SPP tak terisolasi	<i>not-isolated LPS</i>
SPP terisolasi	<i>isolated LPS</i>
sudut proteksi	<i>protection angle</i>
supresor surja	<i>surge suppresor</i>
susunan jenis A	<i>type A arrangement</i>
susunan jenis B	<i>type B arrangement</i>
susunan pembumian	<i>earthing arrangement</i>
tegangan terminasi bumi	<i>earth-termination voltage</i>
terisolasi	<i>isolated</i>
tingkat proteksi	<i>protection level</i>
titik sambaran	<i>point of strike</i>
titk panas	<i>hot spot</i>
ukuran jaring	<i>mesh size</i>







BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.go.id